

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-305367

(43)Date of publication of application : 31.10.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

B23K 26/00

B23K 26/06

G02B 5/18

G02B 6/13

G11B 7/125

G11B 7/135

G11B 7/22

G11B 11/105

(21)Application number : 2000-126549

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 26.04.2000

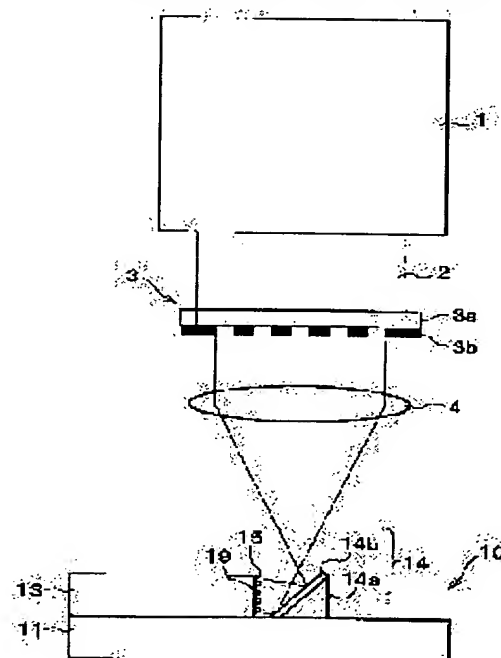
(72)Inventor : OKADA NORIAKI

## (54) OPTICAL PARTS, OPTICAL MODULE AND METHOD FOR FORMING OPTICAL PARTS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming optical parts by which cost for the assembling of optical parts is reduced and a face to be worked can be worked in a complex shape such as the shape of a diffraction grating by a simple constitution.

SOLUTION: A polyimide layer 13 with a face 15 perpendicular to the surface of a substrate 11 and a 45° mirror 14 for guiding laser light 2 to the polyimide layer 13 are formed on the substrate 11. The perpendicular face 15 of the polyimide layer 13 is irradiated with laser light 2 in a direction perpendicular to the face 15 through the 45° mirror 14 to work the polyimide layer 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-305367

(P 2001-305367 A)

(43) 公開日 平成13年10月31日(2001.10.31)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ド (参考)
G 0 2 B	6/122	B 2 3 K 26/00	G 2H047
B 2 3 K	26/00	26/06	Z 2H049
	26/06		J 4E068
G 0 2 B	5/18	G 0 2 B 5/18	5D075
		G 1 1 B 7/125	A 5D119
審査請求 未請求 請求項の数 1 3 O L		(全 1 2 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2000-126549 (P2000-126549)

(22) 出願日 平成12年4月26日 (2000. 4. 26)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岡田 訓明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

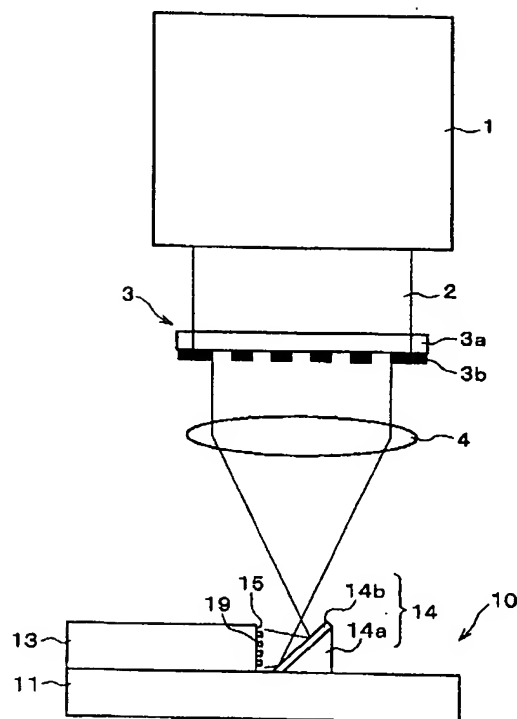
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学部品と光モジュールおよび光学部品の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 光学部品の組立に係る費用を下げ、簡単な構成で加工面を回折格子等の複雑な形状に加工可能な光学部品の形成方法を提供する。

【解決手段】 基板 1 1 上に、基板面に対して垂直な垂直面 1 5 を有するポリイミド層 1 3 と、該ポリイミド層 1 3 にレーザ光 2 を導くための 4 5 度ミラー 1 4 とを形成する。上記 4 5 度ミラー 1 4 を介して、上記ポリイミド層 1 3 の垂直面 1 5 に、レーザ光 2 を該垂直面 1 5 に対して垂直に照射して該ポリイミド層 1 3 を加工する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板と、該基板上に形成され、基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して平行でなく上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面を有する光学厚膜とからなり、

上記光学厚膜の光出入射面を加工して、光学機能を有する光学素子が形成されていることを特徴とする光学部品。

【請求項 2】上記光学素子がレンズ、あるいは回折格子であることを特徴とする請求項 1 記載の光学部品。

【請求項 3】上記光出入射面の少なくとも一面は、上記基板の基板面に対して垂直を成し、この基板面に対して垂直を成す光出入射面を加工して上記光学素子が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光学部品。

【請求項 4】上記基板上の光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーが設けられていることを特徴とする請求項 3 記載の光学部品。

【請求項 5】基板と、  
上記基板上に形成され、基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して垂直で、上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面を有する光学厚膜と、

上記光学厚膜の光出入射面を加工して形成された光学機能を有する光学素子とを備え、

上記基板上に、上記光学厚膜に対してレーザ光を照射し、上記光学素子から該レーザ光を出射させるための半導体レーザが搭載されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 6】上記基板上の光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーが設けられていることを特徴とする請求項 5 記載の光モジュール。

【請求項 7】基板上に、基板面と平行でない面を有する光学厚膜と、該光学厚膜にエキシマレーザ光を導くためのミラーとを形成し、

上記光学厚膜の基板面と平行でない面を加工面としたとき、上記ミラーを介して、エキシマレーザ光を上記加工面に対して垂直に照射して該加工面を加工することを特徴とする光学部品の形成方法。

【請求項 8】上記光学厚膜の加工面を、上記基板面に対して垂直となるように加工し、この基板面に対して垂直となる加工面に、上記エキシマレーザ光を照射することを特徴とする請求項 7 記載の光学部品の形成方法。

【請求項 9】上記ミラーを支持するミラー支持部材を、上記光学厚膜と同一の材料で形成することを特徴とする請求項 7 または 8 記載の光学部品の形成方法。

【請求項 10】上記ミラーが上記光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される加工面の近傍に配置されていること

を特徴とする請求項 7 ないし 9 の何れかに記載の光学部品の形成方法。

【請求項 11】上記ミラーが誘電体多層膜で構成された反射膜であることを特徴とする請求項 7 ないし 10 の何れかに記載の光学部品の形成方法。

【請求項 12】上記エキシマレーザ光と上記光学厚膜の加工面との間の光路中に、透過率を部分的に変化させたマスクを挿入し、このマスクを透過したエキシマレーザ光を上記光学厚膜の加工面に照射することを特徴とする請求項 7 ないし 11 の何れかに記載の光学部品の形成方法。

【請求項 13】上記光学厚膜の加工面のエキシマレーザ光による加工後に、基板上に形成されたミラーを除去することを特徴とする請求項 7 ないし 12 の何れかに記載の光学部品の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に形成された光導波路等の光学厚膜の基板面に対して垂直な面あるいは傾斜した面にレンズ、回折格子等の光学機能を有する光学素子が設けられた光学部品と光モジュールおよび光学部品の形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】基板上のポリイミド膜等の光学厚膜を平面的にレーザ加工して、回折格子等の光学機能を有する光学素子を形成すること、即ち上記光学厚膜の基板面と略平行となる部分に対して、レーザ光を垂直に照射することにより、回折格子等の複雑な形状の光学素子を形成することは、近年多くの試みがなされている。

【0003】特に、紫外領域に発振波長を有するエキシマレーザ光は、炭酸ガスレーザ光や YAG レーザ光等と比較して、波長が短いので微細加工に適している。また、その加工メカニズムが熱加工でなく、高いフォトンエネルギーを利用した非熱加工であるアブレーション加工なので、加工形状が美しく、パルス発振のため加工量の制御も容易で、任意の深さの加工が可能である。従って、微細な溝加工等を必要とする回折格子には、このエキシマレーザ光による加工が好適である。

【0004】このようなエキシマレーザ光によるレーザ加工装置は、一般的にはレーザ発振器からエキシマレーザ光を発振し、所定形状のマスクを透過させ、直接ないしレンズ系で縮小または拡大した後に、マスク形状のエキシマレーザ光を被加工物に照射して加工するという構成となっている。

【0005】また、レーザアブレーションにより立体加工を行う方法として、特開平 6-297168 号公報に開示されているものが知られている。これは、3つのミラーを使ってレーザ光を X、Y、Z の三方向に走査することで、被加工物の表面に立体的な加工を施すようになっている。

【0006】図9を用いて、上記公報に開示されたレーザアブレーションによる加工方法について説明する。まず、図示しない光源から照射されたレーザ光Lを、Xミラー131、Yミラー132で反射させる。さらに、この反射させたレーザ光LをZミラー133で反射させて、被加工物134の表面135に照射する。3つのミラーを回転させて被加工物134の表面135を走査しながら加工を行う。

【0007】このようにして、被加工物134の立体的（三次元的）にレーザ光を表面135に照射することができ、そのため三次元的な加工が可能となっている。なお、レーザ光Lによる被加工物134の表面135への加工深さは、照射パワー、スポット径、走査速度で調整する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のレーザ加工方法は、主に基板上のポリイミド膜を基板と垂直な方向にエッチングする加工方法であり、作製できる形状に限りがあった。特に、光を基板面と平行な方向に伝搬させる光導波路の該基板面に平行でない面を、レンズ、回折格子等の光学機能を有する光学素子等の複雑な形状に加工することは困難であった。

【0009】そこで、従来では、光導波路に、該光導波路とは別部材の光学素子を取りつけることで、光導波路のコアに光を結合させることの可能な光学部品を提供していた。

【0010】しかしながら、光導波路は、コアサイズがわずか数 $\mu\text{m}$ のところに光を閉じ込めることによって、種々の光学的な機能を実現させるようになっており、この光導波路のコアに光を結合させるために、光導波路とこの光導波路と別部材の光学素子との位置合わせをミクロンオーダーで行わなければならない、光学部品の組立に係る時間が長くなり、この結果、光学部品の組立に係る費用を下げるのが困難となっている。

【0011】従って、上記のような光学部品を備えた光ピックアップ等の光モジュールの製造に係る費用を低減させることができないという問題が生じる。

【0012】また、特開平6-297168号公報には、垂直面、傾斜面の加工方法が示されているが、レーザ光を被加工物の加工面に対して垂直でない方向から照射して加工するようになっていたので、該加工面を単純な形状にしか加工できず、被加工物の基板面に対する垂直面上にさらに回折格子等の複雑な形状の光学素子を形成することができないという問題が生じる。

【0013】また、上記公報の加工方法では、レーザ光の照射パワー、スポット径、走査速度を厳密に制御しなければ、加工面を所望する形状に形成することができないという問題が生じる。

【0014】本発明は、上記の各問題点を解決するためになされたもので、その目的は、基板上に形成された光

学厚膜の基板面とは平行でない面に光学素子を該光学厚膜と一体的に形成することにより、光学厚膜と光学素子との位置合わせの必要性をなくす光学部品を提供すると共に、光学部品の組立に係る費用を下げて、光学部品を備えた光モジュールを安価に提供し、且つ、簡単な構成で従来困難であった光学厚膜の基板面に対して平行でない面を回折格子等の複雑な形状に形成することが可能な光学部品の形成方法を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の光学部品は、上記の目的を達成するために、基板と、該基板上に形成され、基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して平行でなく、上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面を有する光学厚膜とからなり、上記光学厚膜の光出入射面を加工して、光学機能を有する光学素子が形成されていることを特徴としている。

【0016】上記構成によれば、光学厚膜の光出入射面を加工して光学素子が形成されていることで、光学厚膜に光学素子が一体化して形成されることになる。

【0017】これにより、例えば光学厚膜を光導波路と考えた場合、光学素子が光導波路の光出入射面に該光導波路と一体的に形成された状態となっているので、従来のように、光導波路と別部材の光学素子と、該光導波路との位置合わせをミクロンオーダーで行う必要がなくなるので、光導波路を備えた光学部品の組立に係る時間を大幅に短縮できる。

【0018】この結果、光学部品の組立に係る費用を低減することが可能となり、上記のような光学部品を備えた光ピックアップ等の光モジュールの製造に係る費用を低減させることができる。

【0019】また、上記光学素子としては、例えばレンズ、回折格子等が考えられる。

【0020】また、光出入射面の少なくとも一面は、上記基板の基板面に対して垂直を成し、この基板面に対して垂直を成す光出入射面を加工して上記光学素子が形成されていてもよい。

【0021】この場合、光学厚膜を基板面に対して略平行な方向に光が進行する光導波路であれば、上記基板面と垂直となる面の光出入射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に光を出射することができる。

【0022】また、上記基板上の光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーを設けてもよい。

【0023】この場合、基板面と垂直となる面の光出入射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に出射された光は、上記ミラーの反射面により基板面に対して（ $180^\circ - (\text{所定の角度} \times 2)$ ）の角度で反射される。これにより、ミラーの反射面の基板面に対する角度

を適宜変更することにより、光学厚膜の光出入射面に形成された光学素子から出射される光を基板面に対して所望の角度で進行させることが可能となる。

【0024】例えば、ミラーの反射面の基板面に対する角度を $45^\circ$ にした場合、光学素子から基板面に略平行に出射される光を該ミラーで基板面に対して垂直( $180^\circ - (45^\circ \times 2) = 90^\circ$ )な方向に反射させることができる。

【0025】上記の光学部品を適用して得られる光モジュールとしては、例えば、基板と、上記基板上に形成され、基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して垂直で、上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面を有する光学厚膜と、上記光学厚膜の光出入射面を加工して形成された光学機能を有する光学素子とを備え、上記基板上に、上記光学厚膜に対してレーザ光を照射し、上記光学素子から該レーザ光を出射させるための半導体レーザが搭載されていることを特徴とする光モジュールが考えられる。

【0026】上記構成によれば、半導体レーザが光学部品と同一基板上に設けられているので、光モジュールの集積化を容易に図ることができる。これにより、この光モジュールを使用した光デバイス、例えばCD(compact disc)やMD(mini disc)等の光ディスクに対して情報の記録再生するための光ピックアップの小型化を図ることが可能となる。

【0027】上記基板上の上記光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーを設けてもよい。

【0028】この場合、基板面と垂直となる面の光出入射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に出射された光は、上記ミラーの反射面により基板面に対して( $180^\circ - (\text{所定の角度} \times 2)$ )の角度で反射される。これにより、ミラーの反射面の基板面に対する角度を適宜変更することにより、光学厚膜の光出入射面に形成された光学素子から出射される光を基板面に対して所望の角度で進行させることが可能となる。

【0029】例えば、ミラーの反射面の基板面に対する角度を $45^\circ$ にした場合、光学素子から基板面に略平行に出射される光を該ミラーで基板面に対して垂直( $180^\circ - (45^\circ \times 2) = 90^\circ$ )な方向に反射させることができる。

【0030】ここで、光モジュールを光ピックアップに適用した場合、光モジュールは基板面法線方向にレーザ光を出射するため、光ディスクの信号検出器と同一平面上に配置することができ、実装に適した形態となっている。また、同一基板上にレーザ光を出射する光モジュールと光ディスクの信号検出器を集積化することも可能である。これによって、光ピックアップの発光受光ユニットの小型化を図ることができる。

【0031】本発明の光学部品の形成方法は、基板上に、基板面と平行でない面を有する光学厚膜と、該光学厚膜にエキシマレーザ光を導くためのミラーとを形成し、上記光学厚膜の基板面と平行でない面を加工面としたとき、上記ミラーを介して、エキシマレーザ光を上記加工面に対して垂直に照射して該加工面を加工することを特徴としている。

【0032】この場合、光学厚膜が形成されている基板上に設けられたミラーを介して、上記光学厚膜の基板面と平行でない加工面に、エキシマレーザ光が該加工面に対して垂直に照射されるようになっていて、光学厚膜の加工面における加工制御が行いやすくなる。

【0033】これにより、光学厚膜の基板面と平行でない加工面を、エキシマレーザ光の照射により光学機能を有する光学素子等の複雑な形状に加工することが可能となる。

【0034】つまり、加工面に対して垂直にレーザ光を照射する場合、レーザ光の複雑な制御を行うこと無しに、被加工物やマスクを回転させることで、容易に軸対称な形の凸レンズ、凹レンズを形成することができる。このように、軸対称の加工であるので、レンズ歪みは小さく抑えられ、複雑な制御な不要なため加工面の面精度も高くすることができる。

【0035】さらに、加工面に垂直な方向に異なる段差をもつ回折格子を作成するには、加工面に垂直に照射されるレーザ光を用いいる必要がある。

【0036】また、上記光学厚膜の加工面を、上記基板面に対して垂直となるように加工し、この基板面に対して垂直となる加工面に、上記エキシマレーザ光を照射してもよい。

【0037】この場合、光学厚膜の加工面が基板面に対して垂直を成しているため、基板面に対して垂直な面を光学素子等の複雑な形状に加工することができる。これにより、上記光学厚膜を、光を基板面に対して略平行に進行させる光導波路とした場合、基板面に略平行に進行した光を、光導波路の基板面に対して垂直な加工面から該基板面に略平行な方向に光を出射させることができる。

【0038】また、光導波路は、コアサイズがわずか数 $\mu\text{m}$ のところに光を閉じ込めることによって、種々の光学的な機能を実現させるようになっており、この光導波路のコアに光を結合させるために、従来では、光導波路とこの光導波路と別部材の光学素子との位置合わせをミクロンオーダーで行わなければならなかったが、本願発明では、光導波路の基板面に対して垂直をなす面をエキシマレーザ光により加工して光学素子を形成するようになっていて、光導波路と光学素子との位置合わせを行う必要がなくなる。

【0039】したがって、上記のように、光学厚膜を光導波路とした場合、従来のようなミクロンオーダーの位

置合わせを必要としないので、光導波路を有する光学部品の組立にかかる時間および費用を大幅に低減することができる。

【0040】また、上記ミラーを支持するミラー支持部材を、上記光学厚膜と同一の材料で形成してもよい。

【0041】この場合、ミラー支持部材を、光学厚膜と同一の材料で形成することで、基板上に、ミラー支持部材と光学厚膜とを同時に形成することができる。これにより、光学部品の形成工程の一部を省略することができるので、該光学部品の形成にかかる時間を短縮することができる。

【0042】さらに、上記ミラーを、上記光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される加工面の近傍に配置してもよい。

【0043】この場合、ミラーと光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される加工面との間隔が長いと、ミラー上と加工面上とのエキシマレーザ光のビーム径が大きく変化するために、光学厚膜の加工面上での加工可能な面積が小さくなる。したがって、ミラーを光学厚膜の加工面の近傍（加工可能な面積が適切な大きさとなる位置）に配置することで、ミラーで反射されたエキシマレーザ光を光学厚膜の加工面に効果的に照射することができる。

【0044】また、上記ミラーが誘電体多層膜で構成された反射膜であってもよい。

【0045】光学厚膜に対して、より複雑な形状で加工するような加工時間が長くなる場合、エキシマレーザ光のミラーへの照射時間も長くなる。このとき、ミラーを構成する反射膜に金属を用いた場合には、金属がエキシマレーザ光を一部吸収してしまうので、エキシマレーザ光の長時間の照射によりミラーを構成する金属が溶ける虞がある。

【0046】そこで、エキシマレーザ光をほとんど吸収しない誘電体多層膜を、ミラーを構成する反射膜に使用して、エキシマレーザ光の長時間の照射が必要な加工を行えばよい。このとき、ミラーでは、エキシマレーザ光をほとんど吸収しないので、ミラー反射によるエキシマレーザ光を、エネルギー損失なく効果的に光学厚膜の加工面に照射することができる。よって、ミラーに金属膜を使用した場合に比べて、光学部品の形成時間を短縮することができる。

【0047】また、上記エキシマレーザ光と上記加工面との間の光路中に、透過率を部分的に変化させたマスクを挿入し、このマスクを透過したエキシマレーザ光を上記光学厚膜の加工面に照射してもよい。

【0048】この場合、透過率を部分的に変化させたマスクを透過したエキシマレーザ光を光学厚膜の加工面に照射するようになっているので、マスクを透過して得られる光のパターンの相似形の光のパターンを上記加工面に照射することができる。

【0049】これにより、マスクにおける透過率の分布

を変更するだけで、所望する光のパターンを光学厚膜の加工面に照射することができる。よって、エキシマレーザ光のレーザパワーや、スポット径等の調整を厳密に行わなくても、所望の形状に簡単に光学厚膜の加工面を加工することができる。

【0050】さらに、上記光学厚膜の加工面のエキシマレーザ光による加工後に、基板上に形成されたミラーを除去してもよい。

【0051】この場合、ミラーを除去することで、形成された光学部品において、光学厚膜の加工面に形成された光学素子からの出射光を基板面に略平行に進行させることができる。

【0052】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態について、図1ないし図8に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0053】本実施の形態に係る光学部品の形成方法を実現するための加工装置は、図1に示すように、加工用光源であるレーザ発振器1、該レーザ発振器1から出射されたエキシマレーザ光（以下、単にレーザ光と称する）2を部分的に透過させるマスク3と、該マスク3を部分的に透過させて得られたレーザ光2のマスクパターンを縮小投影する縮小光学系4とを備えている。上記マスク3は、石英基板3aとその上に形成されたマスクパターン3bとからなっている。

【0054】上記レーザ発振器1からは、ビーム形状が約 $8 \times 2.5$  mmの長方形断面形状で、波長 $248$  nmのKrFのレーザ光2（エキシマレーザ）が出射され、このレーザ光2はマスク3に入射される。

【0055】上記マスク3に入射されたレーザ光2は、石英基板3aにより均一に透過された後、透明部分と不透明部分とを有するマスクパターン3bの透明部分を透過する。そして、マスクパターン3bを透過したレーザ光2は、縮小光学系4に入射され縮小投影され、下方にある光学部品となる被加工物10に導かれる。

【0056】上記被加工物10は、基板11とその上の一部に成膜された光学厚膜であるポリイミド層13と、同じく基板11上に設置された45度ミラー14とからなる。

【0057】上記ポリイミド層13は、基板11の基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して平行でなく上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面、すなわち基板面に対して垂直となる垂直面15を有する構成となっている。

【0058】上記45度ミラー14は、基板11上に形成されたミラー支持部（ミラー支持部材）14aとその45度面上に成膜された反射面となる金属膜からなる反射膜14bとから成り、ポリイミド層13の基板11の基板面に対して垂直な面となる垂直面（加工面、光出入射面）15の近傍に、45度に傾斜した面がポリイミド

層 13 の垂直面 15 の方向を向くよう設置されている。

【0059】ここで、上記レーザ発振器 1 から出射されるレーザ光 2 と被加工物 10 とは、該レーザ光 2 が 45 度ミラー 14 を照射するように、位置合わせが行われている。すなわち、縮小光学系 4 によって縮小投影されたレーザ光 2 は、45 度ミラー 14 の反射膜 14b で反射されて光路が曲げられ、ポリイミド層 13 の垂直面 15 に対して垂直方向に照射するようになっている。

【0060】上記ポリイミド層 13 の垂直面 15 では、レーザ光 2 の照射された部分ではアブレーションが進み、上記マスク 3 のマスクパターン 3b と相似形の形状の加工が進み、光学素子 19 を形成する。すなわち、上記垂直面 15 では、マスクパターン 3b における透明部分に対応する部分がエッチングされ、不透明部分に対応する部分が未加工状態となって、上記光学素子 19 を形成するようになっている。

【0061】そして、ポリイミド層 13 の基板 11 の基板面と垂直となる面である垂直面 15 に形成された光学素子 19 から、基板面に略平行に出射された光は、上記 45 度ミラー 14 の反射膜 14b により基板面に対して  $(180^\circ - (45^\circ \times 2) = 90^\circ)$  の角度で反射される。

【0062】上述の加工方法では、基板 11 の基板面と平行な方向へエッチング加工が進むため、従来、表面加工で得られた形状と同様な形状の加工が、上記基板 11 の基板面に垂直なポリイミド層 13 の垂直面 15 においても可能となる。

【0063】ここで、上記光学部品の加工方法の詳細について図 2 (a) ~ (f) を参照しながら以下に説明する。

【0064】まず、基板 11 上にスピンコート法、アブリケート法等の方法で、ポリアミック酸ワニスを塗布し、基板 11 を加熱して溶媒を蒸発させて硬化させ、図 2 (a) に示すように、基板 11 上にポリイミド層 12 を積層する。

【0065】次に、図 2 (b) に示すように、反応性イオンエッチング (RIE: Reaction Ion Etching)、レーザアブレーション等の方法によって基板 11 上のポリイミド層 12 をエッチングし、基板面と垂直な面 15 をもつ光学厚膜であるポリイミド層 13 を形成し、同時にその近傍に該基板 11 の基板面に対して 45 度に傾斜された傾斜面 16 を持つミラー支持部 14a を形成する。

【0066】上記傾斜面 16 は、レーザアブレーションのスキニング加工により形成できる。この形成方法を図 3 を参照しながら説明する。ここでは、図 3 に示すように、三角形の透明部分 20 を持つマスク 33 を用い、被加工物 10 を矢印の方向に移動させて、アブレーション加工を行う。各点でのレーザ光の累積照射量が異なるため、エッチング深さも異なり、傾斜面 16 をもつような形でエッチングが進行する。エネルギー密度とス

キャニング速度の選択によって傾斜面 16 の角度は自由に変えることができ、エネルギー密度とスキニング速度の最適化によって、45 度に傾斜した傾斜面 16 を形成する。

【0067】上記傾斜面 16 は、垂直面 15 の近傍に形成する。これは、この間の間隔が長いと、傾斜面 16 上と垂直面 15 上でのレーザ光 2 のビーム径が大きく変化するため、垂直面 15 上での加工可能な面積が小さくなるからである。

10 【0068】次に、図 2 (c) に示すように、基板 11 上に反射膜 17 を成膜する。この反射膜 17 には、アルミニウム等の金属膜、あるいは誘電体多層膜を用い、スパッタ、蒸着、CVD 等の方法で成膜する。ここで、金属製の反射膜は、エキシマレーザ光を一部吸収するため、レーザ光の照射によって溶ける恐れがあるので、垂直面の長時間の加工が必要な場合は、誘電体多層膜を用いるとよい。この反射膜 17 上にレジスト 18 を塗布し、露光、現像を行って、傾斜面 16 上以外のレジスト 18 を除去する。

20 【0069】次に、図 2 (d) に示すように、反射膜 17 のエッチングを行って、傾斜面 16 上以外の反射膜を除去し、さらにレジスト 18 を溶かして除去し、傾斜面 16 上に反射面となる反射膜 14b を形成する。なお、反射膜 14b の形成は、リフトオフ法で行ってもよい。

【0070】続いて、図 2 (e) に示すように、レーザ光 2 (エキシマレーザ) を照射し、ポリイミド層 13 の垂直面 15 の加工を行う。垂直面 15 には、図 1 に示す加工装置のマスクパターン 3b と相似形の形状の加工が行われ、光学素子 19 が形成される。

30 【0071】最後に、必要ならば、図 2 (f) に示すように、45 度ミラー 14 を除去する。この場合、反射膜 14b をエッチングし、ミラー支持部 14a も RIE、レーザアブレーション等の方法で除去する。

【0072】上記の光学部品のレーザアブレーション加工に用いるマスク 3 は、ベリリウム銅に開口を開けた金属マスク、あるいは石英にクロム等の金属薄膜や誘電体多層膜を成膜し、パターニングして形成した石英マスクを用いる。

40 【0073】上記石英マスクでは、マスク上の金属薄膜の膜厚や誘電体多層膜の層厚を変えることで、部分的に透過率を変化させることができ、透過率を段階的に変化させることで加工速度も部分的に変化させることができる。図 4 は、石英基板 3a 上にマスクパターンとして誘電体多層膜 22 を成膜して形成したマスク 43 の断面図であり、誘電体多層膜 22 の透過率分布をハッチングで示している。このマスク 43 を用いて加工を行えば、図 5 に示すような段階的に加工された断面形状を持つ光学部品 23 を作製することができる。

【0074】なお、直線的な透過率変化の分布をもつマスクを用いれば、傾斜面をもつ形状の加工ができる。



【0075】また、透明部分と不透明部分のみで構成されたマスクを用いても、図3に示したような原理で、スキニング加工により、傾斜面をもつ光学部品を作製することができる。マスクあるいは被加工物の回転も利用したスキニング加工を行えば、凸レンズ、凹レンズ、フレネルレンズ等の回転対称な形状の加工もできる。

【0076】ここで、図6に示すような透明部分20と不透明部分21と有するマスクパターン24をもつマスク53を用いた光学部品の加工について、図7に示す加工装置を参照しながら以下に説明する。

【0077】図7に示す加工装置は、図1に示す加工装置のマスク3の代わりにマスク53を使用している点が異なり、その他の構成部材であるレーザ発振器1、縮小光学系4については図1に示す加工装置と同じである。

【0078】図7に示す加工装置では、被加工物10を軸Aを中心にして回転させて加工するようになっている。これにより、被加工物10のポリイミド層13の垂直面15に凸レンズ25を形成することができる。また、上記マスクパターン24における透明部分20の形状を変えることで、凹レンズ、フレネルレンズなども形成することができる。

【0079】これらの技術を組み合わせることにより、基板上に形成された光学厚膜の基板面に対して垂直の加工面に凸レンズ、凹レンズ、フレネルレンズ、回折格子等の複雑な形状の光学素子を形成することができるので、光学素子の作製の自由度が増える。上記加工面に形成された光学素子は、光導波路型光学系や導光板型光学系との組み合わせに有効である。

【0080】上述の光学厚膜の材料には、エキシマレーザ光での加工が可能な、ポリイミド、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）などの高分子材料を用いるとよい。

【0081】図8には、上述の加工方法により形成された光学部品を利用した光モジュール27の構成を示す。

【0082】上記光モジュール27では、凸レンズ25、及び45度ミラー14が形成されたシリコンからなる基板11上に半導体レーザ26が集積化された構成となっている。すなわち、凸レンズ25、45度ミラー14は、基板11上に形成された光学厚膜であるポリイミド層13を加工して、前述の図7に示す加工装置により作製され、所定の位置に半導体レーザ26をダイボン

ドして光モジュール27を形成するようになっている。

【0083】上記構成の光モジュール27では、半導体レーザ26からの出射光であるレーザ光（エキシマレーザ光）28は凸レンズ25で平行光に変換され、45度ミラー14で基板面法線方向に出射される。

【0084】このため、従来このような構成、すなわち半導体レーザの光を平行光に変換する凸レンズを有する光モジュールでは、バルク型の数mmサイズのレンズが必要であったが、基板上に形成された光学厚膜の基板面

と平行でない面を加工して光学素子が形成された光学部品を備え、上記基板上に、上記光学部品の光学厚膜の光学素子の形成面とは異なる面からレーザ光を照射し、該レーザ光を上記光学素子から出射できる位置に半導体レーザを設けた場合、半導体レーザとレンズとが集積化された状態となる。

【0085】従って、上記構成の光モジュールによれば、半導体レーザが光学部品と同一基板上に設けられているので、光モジュールの集積化を容易に図ることができる。これにより、この光モジュールを使用した光デバイス、例えばCD（compact disc）やMD（mini disc）等の光ディスクに対して情報の記録再生するための光ピックアップの小型化を図ることが可能となる。

【0086】そして、上記基板上の上記光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーを設けてもよい。

【0087】この場合、基板面と垂直となる面の光出入射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に出射された光は、上記ミラーの反射面により基板面に対して（ $180^\circ - (\text{所定の角度} \times 2)$ ）の角度で反射される。これにより、ミラーの反射面の基板面に対する角度を適宜変更することにより、光学厚膜の光出入射面に形成された光学素子から出射される光を基板面に対して所望の角度で進行させることが可能となる。

【0088】図8に示すように、45度ミラー14の反射面である反射膜14bの基板面に対する角度を45°にした場合、光学素子である凸レンズ25から基板面に略平行に出射されるレーザ光28を該45度ミラー14で基板面に対して垂直（ $180^\circ - (45^\circ \times 2) = 90^\circ$ ）な方向に反射させることができる。つまり、基板面法線方向にレーザ光28が出射するようになる。

【0089】ここで、光モジュールを光ピックアップに適用した場合、光モジュールは基板面法線方向にレーザ光を出射するため、光ディスクの信号検出器と同一平面上に配置することができ、実装に適した形態となっている。また、同一基板上にレーザ光を出射する光モジュールと光ディスクの信号検出器を集積化することも可能である。これによって、光ピックアップの発光受光ユニットの小型化を図ることができる。

【0090】なお、本実施の形態では、45度ミラー14の傾斜角を、基板面に対して45°傾斜した例を示したが、これに限定されるものではなく、光学厚膜の加工面に対して垂直方向にエキシマレーザ光を照射するようになれば、45度ミラー14の代わりに任意の傾斜角を有するミラーを使用してもよい。

【0091】本発明の第1の光学部品は、基板と、該基板上に形成された光学厚膜とからなり、基板面と平行でない面を備えるよう、該光学厚膜が加工され、その面上に光学素子が形成されたことを特徴としている。



【0092】本発明の第2の光学部品は、前記光学厚膜の、基板面と垂直を成す面上に光学素子が形成されたことを特徴としている。

【0093】本発明の第3の光学部品は、前記光学素子がレンズ、あるいは回折格子であることを特徴としている。

【0094】本発明の第4の光学部品は、前記光学素子の近傍に基板面と45度を成すミラーを配置したことを特徴としている。

【0095】本発明の第1の光学部品の形成方法は、基板と、該基板上に形成された光学厚膜と、該基板上に形成されたミラーとを備え、該ミラーを介して、光学厚膜の基板面と平行でない面にエキシマレーザ光を照射し加工を行うことを特徴としている。

【0096】本発明の第2の光学部品の形成方法は、前記光学厚膜の基板と垂直を成す面に、エキシマレーザ光を照射し加工を行うことを特徴としている。

【0097】本発明の第3の光学部品の形成方法は、前記ミラーを支持する構造が前記光学厚膜と同一の材料からなり、ミラーが光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される面の近傍に配置されたことを特徴としている。

【0098】本発明の第4の光学部品の形成方法は、前記ミラーが誘電体多層膜で構成された反射膜であることを特徴としている。

【0099】本発明の第5の光学部品の形成方法は、前記エキシマレーザ光の光路中に、透過率を部分的に変化させたマスクを挿入したことを特徴としている。

【0100】本発明の第6の光学部品の形成方法は、前記光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される面の加工後に、ミラーを除去したことを特徴としている。

【0101】本発明の光モジュールは、基板と、基板上の光学厚膜を加工して形成された光学素子と、基板上に搭載された半導体レーザからなり、該光学厚膜が基板と垂直をなす面をもつよう加工され、その面上に光学素子が形成されたことを特徴としている。

【0102】

【発明の効果】本発明の光学部品は、以上のように、基板と、該基板上に形成され、基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して平行でなく、上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面を有する光学厚膜とからなり、上記光学厚膜の光出入射面を加工して、光学機能を有する光学素子が形成されている構成である。

【0103】それゆえ、光学厚膜の光出入射面を加工して光学素子が形成されていることで、光学厚膜に光学素子が一体化して形成されることになる。

【0104】これにより、例えば光学厚膜を光導波路と考えた場合、光学素子が光導波路の光出入射面に該光導波路と一体的に形成された状態となっているので、光導波路と光学素子との位置合わせを不要としている。つま

り、上記構成によれば、従来のように、光導波路と別部材の光学素子と、該光導波路との位置合わせをミクロンオーダーで行う必要がなくなるので、光導波路を備えた光学部品の組立に係る費用を大幅に低減させることができるという効果を奏する。

【0105】また、上記光学素子としては、レンズ、回折格子等が考えられる。

【0106】また、上記光出入射面の少なくとも一面は、上記基板の基板面に対して垂直を成し、この基板面に対して垂直を成す光出入射面を加工して上記光学素子が形成されていてもよい。

【0107】この場合、光学厚膜を基板面に対して略平行な方向に光が進行する光導波路であれば、上記基板面と垂直となる面の光出入射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に光を出射することができるという効果を奏する。

【0108】また、上記基板上の光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーを設けてもよい。

【0109】この場合、基板面と垂直となる面の光出入射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に出射された光は、上記ミラーの反射面により基板面に対して(180° - (所定の角度×2))の角度で反射される。これにより、ミラーの反射面の基板面に対する角度を適宜変更することにより、光学厚膜の光出入射面に形成された光学素子から出射される光を基板面に対して所望の角度で進行させることができるという効果を奏する。

【0110】上記の光学部品を適用して得られる光モジュールは、基板と、上記基板上に形成され、基板面に対して略平行となる方向に光が進行し、且つ上記基板面に対して垂直で、上記光の出射あるいは入射面となる光出入射面を有する光学厚膜と、上記光学厚膜の光出入射面を加工して形成された光学機能を有する光学素子とを備え、上記基板上に、上記光学厚膜に対してレーザ光を照射し、上記光学素子から該レーザ光を出射させるための半導体レーザが搭載されている構成である。

【0111】それゆえ、半導体レーザが光学部品と同一基板上に設けられているので、光モジュールの集積化を図ることができる。これにより、この光モジュールを使用した光デバイス、例えばCD(compact disc)やMD(mini disc)等の光ディスクに対して情報の記録再生するための光ピックアップの小型化を図ることができるという効果を奏する。

【0112】上記基板上の上記光学素子の近傍に、基板面と所定の角度を成す光反射面を有し、この光反射面が該光学素子に向くように配置されたミラーを設けてもよい。

【0113】この場合、基板面と垂直となる面の光出入

射面に形成された光学素子から、基板面に略平行に射出された光は、上記ミラーの反射面により基板面に対して $(180^\circ - (\text{所定の角度} \times 2))$ の角度で反射される。これにより、ミラーの反射面の基板面に対する角度を適宜変更することにより、光学厚膜の光出入射面に形成された光学素子から射出される光を基板面に対して所望の角度で進行させることができるという効果を奏する。

【0114】本発明の光学部品の形成方法は、基板上に、基板面と平行でない面を有する光学厚膜と、該光学厚膜にエキシマレーザ光を導くためのミラーとを形成し、上記ミラーを介して、上記光学厚膜の基板面と平行でない面を加工面としたとき、この加工面に、エキシマレーザ光を該加工面に対して垂直に照射して該光学厚膜を加工する構成である。

【0115】それゆえ、光学厚膜が形成されている基板上に設けられたミラーを介して、上記光学厚膜の基板面と平行でない加工面に、エキシマレーザ光が該加工面に対して垂直に照射されるようになっていて、光学厚膜の加工面における加工制御が行いやすくなる。これにより、光学厚膜の基板面と平行でない加工面を、エキシマレーザ光の照射により光学機能を有する光学素子等の複雑な形状に加工することができるという効果を奏する。

【0116】また、上記光学厚膜の加工面のうち、上記基板面に対して垂直をなす加工面に、上記エキシマレーザ光を照射してもよい。

【0117】この場合、光学厚膜の加工面が基板面に対して垂直を成しているため、基板面に対して垂直な面を光学素子等の複雑な形状に加工することができる。これにより、上記光学厚膜を、光を基板面に対して略平行に進行させる光導波路とした場合、基板面に略平行に進行した光を、光導波路の基板面に対して垂直な加工面から該基板面に略平行な方向に光を射出させることができるという効果を奏する。

【0118】また、光導波路は、コアサイズがわずかに数 $\mu\text{m}$ のところに光を閉じ込めることによって、種々の光学的な機能を実現させるようになっており、この光導波路のコアに光を結合させるために、従来では、光導波路とこの光導波路と別部材の光学素子との位置合わせをミクロンオーダーで行わなければならなかったが、本願発明では、光導波路の基板面に対して垂直をなす面を加工して光学素子を形成するようになっていて、光導波路と光学素子との位置合わせを行う必要がなくなる。

【0119】したがって、光学厚膜を光導波路とした場合、従来のようなミクロンオーダーの位置合わせを必要としないので、光導波路を有する光学部品の組立にかかる時間および費用を大幅に低減することができるという効果を奏する。

【0120】また、上記ミラーを支持する部材を、上記

光学厚膜と同一の材料で形成してもよい。

【0121】この場合、ミラーを支持する部材を、光学厚膜と同一の材料で形成することで、基板上に、ミラーを支持する部材と光学厚膜とを同時に形成することができる。これにより、光学部品の形成工程の一部を省略することができるので、該光学部品の形成にかかる時間を短縮することができるという効果を奏する。

【0122】さらに、上記ミラーが上記光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される加工面の近傍に配置されていてもよい。

【0123】この場合、ミラーと光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される加工面との間隔が長いと、ミラー上と加工面上とのエキシマレーザ光のビーム径が大きく変化するために、光学厚膜の加工面上での加工可能な面積が小さくなる。したがって、ミラーを光学厚膜の加工面の近傍（加工可能な面積が適切な大きさとなる位置）に配置することで、ミラーで反射されたエキシマレーザ光を光学厚膜の加工面に効果的に照射することができるという効果を奏する。

【0124】また、上記ミラーが誘電体多層膜で構成された反射膜であってもよい。

【0125】それゆえ、エキシマレーザ光をほとんど吸収しない誘電体多層膜を、ミラーを構成する反射膜に使用して、エキシマレーザ光の長時間の照射が必要な加工を行えばよい。このとき、ミラーでは、エキシマレーザ光をほとんど吸収しないので、ミラー反射によるエキシマレーザ光の損失なく効果的に光学厚膜の加工面にエキシマレーザ光を照射することができる。よって、光学部品の形成時間を短縮することができるという効果を奏する。

【0126】また、上記エキシマレーザ光と上記光学厚膜の加工面との間の光路中に、透過率を部分的に変化させたマスクを挿入し、このマスクを透過したエキシマレーザ光を上記光学厚膜の加工面に照射してもよい。

【0127】この場合、透過率を部分的に変化させたマスクを透過したエキシマレーザ光を光学厚膜の加工面に照射するようになっていて、マスクを透過して得られる光のパターンの相似形の光のパターンを上記加工面に照射することができる。

【0128】これにより、マスクにおける透過率の分布を変更するだけで、所望する光のパターンを光学厚膜の加工面に照射することができる。よって、エキシマレーザ光のレーザパワーや、スポット径等の調整を厳密に行わなくても、所望の形状に簡単に光学厚膜の加工面を加工することができるという効果を奏する。

【0129】さらに、上記光学厚膜のエキシマレーザ光が照射される加工面の加工後に、基板上に形成されたミラーを除去してもよい。

【0130】この場合、光学厚膜を形成するときに必要なミラーを除去することで、形成された光学部品に

において、光学厚膜の加工面に形成された光学素子からの出射光を基板面に略平行に進行させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る加工装置の概略を示す説明図である。

【図2】(a)～(f)は、図1に示す加工装置による光学部品の加工工程を示す説明図である。

【図3】レーザ光のスキミング加工による傾斜面形成を説明する斜視図である。

【図4】図1に示す加工装置に使用されるマスクの一例を示す断面図である。

【図5】図4に示すマスクを使用して加工された光学部品の断面図である。

【図6】図1に示す加工装置に使用されるマスクの他の例を示す断面図である。

【図7】図6に示したマスクを使用して光学部品を加工するための加工装置の概略構成図である。

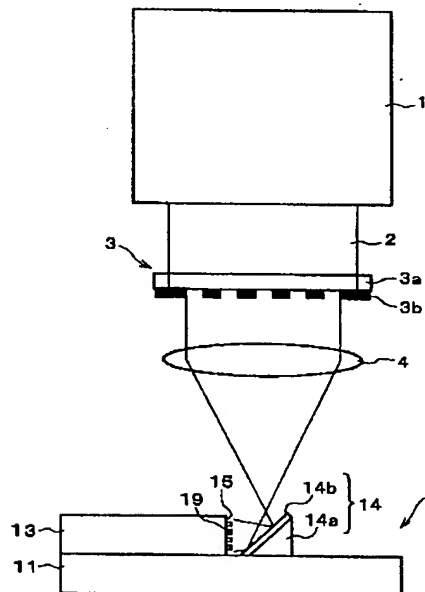
【図8】図7に示す加工装置により加工された光学部品を適用した光学モジュールの概略構成図である。

【図9】従来の加工方法を示す説明図である。

【符号の説明】

- |     |                 |
|-----|-----------------|
| 1   | レーザ発振器          |
| 2   | レーザ光（エキシマレーザ光）  |
| 3   | マスク             |
| 10  | 被加工物（光学部品）      |
| 11  | 基板              |
| 13  | ポリイミド層（光学厚膜）    |
| 14  | 45度ミラー（ミラー）     |
| 14a | ミラー支持部（ミラー支持部材） |
| 14b | 反射膜（多層膜）        |
| 15  | 垂直面（加工面、光出入射面）  |
| 16  | 傾斜面（反射面）        |
| 19  | 光学素子            |
| 22  | 誘電体多層膜          |
| 23  | 光学部品            |
| 25  | 凸レンズ            |
| 26  | 半導体レーザ          |
| 27  | 光モジュール          |
| 28  | レーザ光（エキシマレーザ光）  |
| 33  | マスク             |
| 43  | マスク             |
| 53  | マスク             |

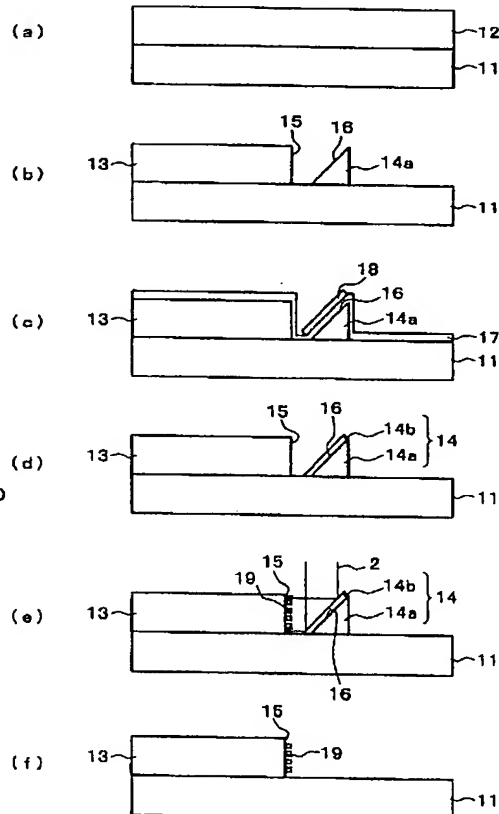
【図1】



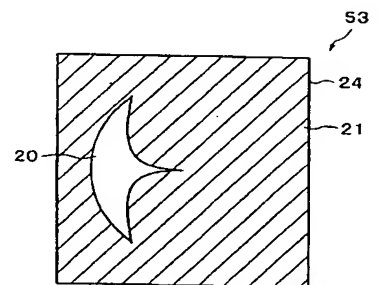
【図5】



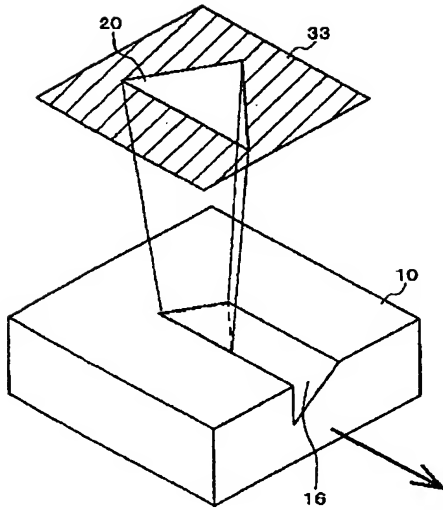
【図2】



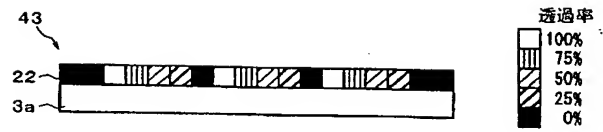
【図6】



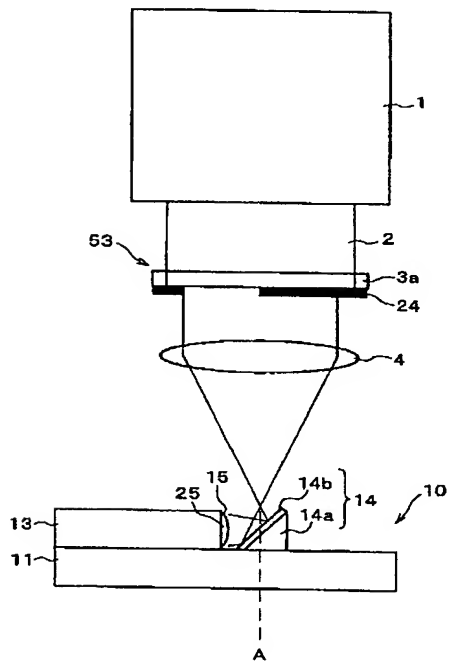
【図3】



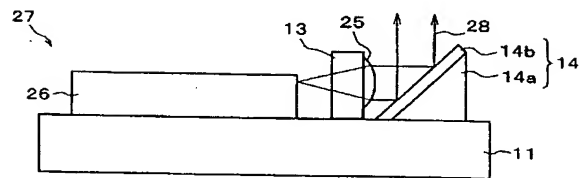
【図4】



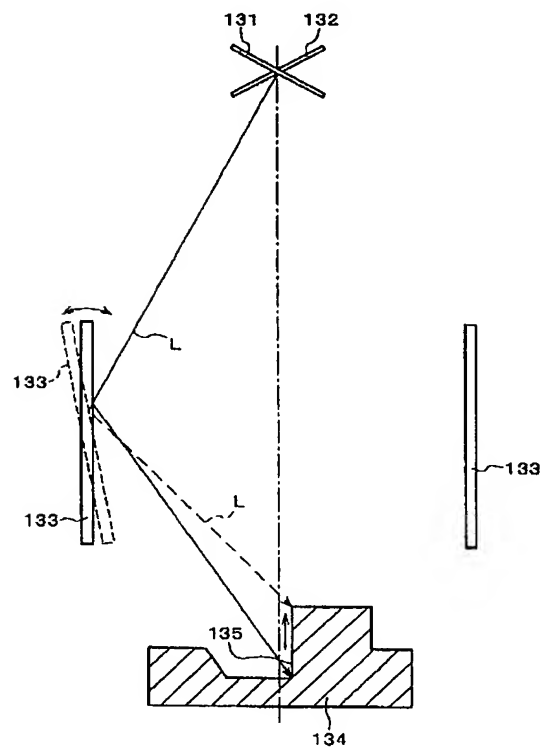
【図7】



【図8】



【図9】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ド (参考)	
G 0 2 B	6/13	G 1 1 B	7/135	A
G 1 1 B	7/125		7/22	
	7/135		11/105	5 5 1 L
	7/22			5 5 1 Z
11/105	5 5 1	G 0 2 B	6/12	C
				M

F タ-ム (参考) 2H047 KA15 LA01 LA09 MA01 MA03  
 PA02 PA28 QA05 TA05 TA43  
 TA44  
 2H049 AA03 AA13 AA37 AA43 AA57  
 AA62 AA63  
 4E068 AA00 CA01 CD10 CD12 DA00  
 5D075 CD16 CD17 CD18 CD20  
 5D119 AA03 AA38 AA40 FA05 JA02  
 JA03 JA13 JA43 JA57 NA05